



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q80741

Shinichi NAGAOKA, et al.

Appln. No.: 10/812,053

Group Art Unit: Unknown

Confirmation No.: Unknown

Examiner: Unknown

Filed: March 30, 2004

For: DECISION METHOD OF A PRODUCTION PARAMETER OF AN INJECTION MOLDING,
PRODUCTION METHOD OF A INJECTION MOLDING, INJECTION MOLDING DEVICE
AND PROGRAM

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS


Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith are certified copies of the priority documents on which claims to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority documents.

Respectfully submitted,

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860


John T. Callahan
Registration No. 32,607

WASHINGTON OFFICE
23373
CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan 2003-094454
Japan 2003-094455
Japan 2003-152054

Date: April 22, 2004

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2 0 0 3 年 3 月 3 1 日

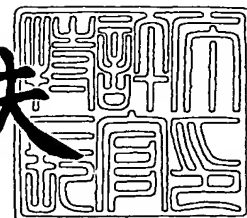
出 願 番 号
Application Number: 特 願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 4
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 4]

出 願 人
Applicant(s): 住友化学工業株式会社

2 0 0 4 年 3 月 1 9 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 03SK001
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 B29C 45/26

B29C 45/76

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 永岡 真一

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 広田 知生

【発明者】

【住所又は居所】 千葉県市原市姉崎海岸 5 の 1 住友化学工業株式会社内

【氏名】 東川 芳晃

【特許出願人】

【識別番号】 000002093

【氏名又は名称】 住友化学工業株式会社

【代表者】 米倉 弘昌

【代理人】

【識別番号】 100102967

【弁理士】

【氏名又は名称】 大畑 進

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 103585

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9502607

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 射出成形品の製造パラメータの決定方法及び射出成形品の製造方法

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、

射出成形に必要な型締力を制御するために、前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求めることを特徴とする射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 2】 前記製造パラメータは、前記複数の樹脂流入路に配置された流入量調整弁の動作を制御するパラメータであることを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 3】 成形に用いる樹脂材料が熱可塑性樹脂であることを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 4】 成形に用いる樹脂材料がポリプロピレン系樹脂であることを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 5】 成形に用いる樹脂材料が低流動性樹脂であることを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 6】 前記樹脂流入路は保温手段を有するホットランナーであることを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 7】 前記流入量調整弁がバルブゲートであることを特徴とする請求項 2 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 8】 前記バルブゲートの動作の制御方法が全開または全閉のどちらかであることを特徴とする請求項 7 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 9】 充填工程中の同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならない条件の中で製造パラメータを最適化すること特徴とする請求項 7 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 1 0】 複数の樹脂流入路にそれぞれバルブゲートを配置し、一つのバルブゲートをタイミング調整用ゲートに設定し、他のバルブゲート動作を任意に設定したときに、同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならないように前記タイミング調整用ゲートの動作を制約すること特徴とする請求項 9 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 1 1】 前記パラメータは、金型への全樹脂流入量を調整する手段の動作を設定するパラメータを含むことを特徴とする請求項 1 記載の射出成形品の製造パラメータの決定方法。

【請求項 1 2】 キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、

射出成形に必要な型締力を制御するために、前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求め、

この製造パラメータを用いて前記樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を時系列的に制御しつつ射出成形を行なうことを特徴とする射出成形品の製造方法。

【請求項 1 3】 キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型に前記樹脂流入路を介して熔融樹脂を供給する成形機本体と、

射出成形に必要な型締力を制御するために、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求められた製造パラメータを記憶する記憶部と、

この製造パラメータを用いて前記成形機本体を制御し、前記樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を時系列的に制御しつつ射出成形を行なわせる制御部とを有することを特徴とする射出成形装置。

【請求項 1 4】 キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、射出成形に必要な型締力を制御するために、前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求める工程をコンピュータに実行させるプログラム。

【発明の詳細な説明】**【0 0 0 1】****【発明の属する技術分野】**

本発明は、樹脂を射出成形する場合の製造パラメータの決定方法に関し、特に、射出成形品の製造に必要な型締力を低減することができるような射出成形品の製造パラメータの決定方法に関する。

【0 0 0 2】**【従来の技術】**

射出成形機を用いて樹脂を成形する場合、成形に必要な型締力を可能な限り小さくしたいとの要望がある。通常では装置への設定型締力は成形に必要な型締力に安全率を見込んだ値が用いられるため、成形に必要な型締力が小さいほど射出成形機の加圧駆動系出力も小さくて良く、小型装置への代替が可能な場合には、ランニングコストが低減されるからである。また、同一の装置であっても、必要な型締力が小さいほど、設定型締力低減による省電力化、金型の保護等の利点を得られる。

【0 0 0 3】

型締力は、（キャビティ内の樹脂圧×投影面積）によって表されるので、成形に必要な最低限の型締力（最大型締力）を低減させるには、これらの双方又はいずれかを制御することになる。キャビティ内の樹脂圧は、使用する樹脂の流動性、流入速度、温度、ランナーを含む注入流路における圧損等をパラメータとして変化する。しかしながら、製品を安定的に成形するために、それぞれのパラメータに最適な範囲が決められており、これらの調整はその制約の範囲内で行わなければならない。一方、投影面積は製品形状が決まれば原則として決まってしまうものである。しかし、製品の形状によっては、実質的に投影面積を減少させることができる。

【0 0 0 4】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 2 - 3 5 5 8 6 6 号公報（第 2 頁）

上記文献には、製品形状が長手方向に延びている場合、キャビティ内

に前記溶融樹脂を射出するゲートを充填開始側から充填完了側に向けて複数配置するとともに、前記充填開始側のゲートの射出開始から所定の時間差にて、前記溶融樹脂が順次前記キャビティ内へ射出することにより、充填の最終段階において、先に注入した樹脂がほぼ冷却・固化した状態になり、これにより、最終ゲートから射出される溶融樹脂が埋めるべき実質的な投影面積を、キャビティの全投影面積よりかなり小さくする技術が記載されている。

【0005】

このような長尺の形状では、注入の時間差を付けるタイミングの判断が容易であるが、この方法を一般的な形状の製品に応用するのは難しい。一般的な形状では、注入のタイミングをどのようにずらせば所望の効果が得られるかを予測するのは非常に困難だからである。従って、ゲートからの射出の開始や、流入量の減少又は停止を行なうタイミングを判断するために、勘や経験を頼りに人手によって試行錯誤を繰り返す必要がある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

この発明は上記のような課題に鑑み、任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、成形に必要な型締力を低く抑えることにより、装置の小型化、製造コストの低下を図ることができるような射出成形品の製造パラメータの決定方法を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

この発明は、前記目的を達成するためになされたもので、キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、射出成形に必要な型締力を制御するために前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求めることを特徴とする射出成形品の製造パラメータの決定方法である。

【0008】

このように、樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パ

ラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせを用いて求めることにより、人手による試行錯誤を繰り返すことなく、迅速に正確なパラメータを算出することができ、射出成形工程中に生じる最大型締力の制御を実効的に行なうことができる。なお、射出成形とは、広く射出成形全般を指し、例えば、射出プレス成形、射出圧縮成形、発泡射出成形等も含まれる。

【0009】

製造パラメータとしては、複数の樹脂流入路に配置された流入量調整弁の動作を制御するパラメータが好適である。金型への全樹脂流入量を調整する手段のような他の流量調整手段に関するパラメータを、独立的にあるいは調整弁制御パラメータと併用して用いることができる。成形に用いる樹脂材料としては、対象とする製品や製造条件に応じて種々のものが採用可能であるが、熱可塑性樹脂が好適である。その場合には、前記樹脂流入路は保温手段を有するホットランナーとすることで、流量調整を円滑に行なうことができる。流入量調整弁は、いわゆるバルブゲートとして構成してもよい。

【0010】

流入量調整弁の動作の制御方法としては、流量を可変に制御するようにしてもよいが、実用的には、全開または全閉のどちらかに動作させるだけでも十分である。実用的な制約条件として、充填工程中の同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならない条件の中で製造パラメータを最適化するのが好ましい。そして、最適化の作業を効率化するために、複数の樹脂流入路にそれぞれバルブゲートを配置した場合には、一つのバルブゲートをタイミング調整用ゲートに設定し、他のバルブゲート動作を任意に設定したときに、同時刻に全てのバルブゲートが全閉とならないように前記タイミング調整用ゲートの動作を制約するようにしてもよい。

【0011】

この発明においては、樹脂成分に対し、発明の目的を損なわない範囲内で、ガラス繊維、シリカアルミナ繊維、アルミナ繊維、炭素繊維、麻、ケナフ等の植物より得られる有機繊維、合成繊維などの繊維状補強材；ホウ酸アルミニウムウイ

スカー、チタン酸カリウムウイスカーなどの針状の補強材；ガラスビーズ、タルク、マイカ、グラファイト、ウォラストナイト、ドロマイトなどの無機充填材；フッ素樹脂、金属石鹸類などの離型改良剤；染料、顔料などの着色剤；酸化防止剤；熱安定剤；紫外線吸収剤；帯電防止剤；界面活性剤などの通常の添加剤を1種以上添加することができる。この発明で使用可能な熱可塑性樹脂とは、一般に熱可塑性樹脂と称されるもの全てを指し、例えば、無定形ポリマー、半結晶性ポリマー、結晶性ポリマー、液晶ポリマー等であってよい。また、熱可塑性樹脂は、一種類であってもよく、複数のポリマー成分のブレンドであってもよい。

【0012】

具体的には、低密度ポリエチレン、高密度ポリエチレン、プロピレン系樹脂、エチレンプロピレン共重合体等のオレフィン系樹脂；ポリスチレン、ハイインパクトポリスチレン、ABS樹脂等のスチレン系樹脂；ポリメチルメタクリレート等のアクリル系樹脂；ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂；ポリカーボネート、変性ポリカーボネート等のポリカーボネート系樹脂；ポリアミド66、ポリアミド6、ポリアミド46等のポリアミド系樹脂；ポリオキシメチレンコポリマー、ポリオキシメチレンホモポリマー等のポリアセタール樹脂；ポリエーテルスルホン、ポリエーテルイミド、熱可塑性ポリイミド、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリフェニレンサルファイド等のエンジニアリングプラスチック、スーパーエンジニアリングプラスチック；セルロースアセテート、セルロースアセテートブチレート、エチルセルロース等のセルロース誘導体；液晶ポリマー、液晶アロマトニックポリエステル等の液晶系ポリマー；熱可塑性ポリウレタンエラストマー、熱可塑性スチレンブタジエンエラストマー、熱可塑性ポリオレフィンエラストマー、熱可塑性ポリエステルエラストマー、熱可塑性塩化ビニルエラストマー、熱可塑性ポリアミドエラストマー等の熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

【0013】

さらに好適な樹脂材料として、大型の自動車部品等に対して用いられる低流動性のポリプロピレン系樹脂が挙げられる。樹脂の流動性は、例えば、JIS-K7210

に規定された方法で測定されるメルトフローレート（MFR、単位：g/10分）によって表される。この出願において低流動性樹脂として想定しているのは、上記の方法により、温度230℃、荷重2.16kgで測定された値が、0.5～20、好ましくは1.0～10の範囲にあるものである。汎用のポリプロピレン系熱可塑性樹脂において衝撃強度に優れる材料は、熔融時の流動性が低くなる傾向にあり、製品の耐衝撃性を向上させるには、可能な限り流動性の低い樹脂を選択するのが好ましい。MFRの値が0.5より小さいものに関しては、流動性があまりにも低く、射出成形法によって成形することは実用的でないと考えられる。また、MFRの値が20を超えるものについては、成形に必要な型締力が過大になってしまうという問題が起きにくい。

【0014】

このような低流動性樹脂は、流動性の高い樹脂を成形するような条件で成形すると、必要な型締力が多大となり、成形機の型締能力を超えてしまったり、装置コストやランニングコストが増大する。しかしながら、このような樹脂であってもこの発明の方法によって必要な型締力を低下させることができるので、型締能力が小さい成形機でも成形が可能となり、あるいは成形のためのエネルギーコスト等を低減させることができる。

【0015】

この発明の他の態様は、キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、射出成形に必要な型締力を制御するために、前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求め、この製造パラメータを用いて前記樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を時系列的に制御しつつ射出成形を行なうことを特徴とする射出成形品の製造方法である。

【0016】

この発明のさらなる他の態様は、キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型に前記樹脂流入路を介して熔融樹脂を供給する成形機本体と、射出成形に必要な型締力を制御するために、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援

による最適化手法の組み合わせにより事前に求められた製造パラメータを記憶する記憶部と、この製造パラメータを用いて前記成形機本体を制御し、前記樹脂流入路からの樹脂材料の流入量を時系列的に制御しつつ射出成形を行なわせる制御部とを有することを特徴とする射出成形装置である。

【0 0 1 7】

この発明のさらなる他の態様は、キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、射出成形に必要な型締力を制御するために、前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求める工程をコンピュータに実行させるプログラムである。

【0 0 1 8】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態を詳しく説明する。この実施の形態では、図 1 に示すような一方向に長く延びた（縦横比＝1 6 / 3）平板状の部材を、予め決められた樹脂材料を用いて射出成形法により製造する場合を例示する。図 2 に示すように、キャビティ CV には、平板の 1 つの側端の中央と左右に 3 つのゲート（G 1 , G 2 , G 3 ）を配置している。この発明においては、ゲートの数は 2 つ以上であればよく、樹脂製品の形状や寸法に応じて適宜に設定することができる。

【0 0 1 9】

この発明では、少なくとも 1 つのゲートをバルブによって開閉が可能なバルブゲートとして構成し、このバルブゲートの開度を調整することにより、型締力を最小とするような射出成形を行なう。この実施の形態では、図 2 に示すように 3 つのゲートのいずれもバルブゲートとして構成されているが、後述する最適化の結果として、いずれかを全開又は全閉とすることになる場合には、実機の金型にはバルブゲートは不要となる。各ゲートは、ランナー R を介してノズル N 先端に連絡しており、ランナー R は中で樹脂が固化しないように所定の温度に制御された、いわゆるホットランナーになっている。

【0020】

この実施の形態では、射出成形過程を計算する数値解析と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより、最大型締力が最小となるような各バルブゲートの開閉のタイミングを求める。射出成形過程を計算する数値解析の手法としては、近年、有限要素法をベースとし、成形中において要素間に作用する関係に基づく計算式を用いて樹脂の挙動を解析するものが、実用化されてきている。この実施の形態では、Moldflow Plastics Insight 2.0 div1（商品名：Moldflow Corporation製）を使用している。計算機支援による最適化手法も、同様に多くのものが開発されている。ここでは、ソフトウェアとして、iSIGHT 6.0（商品名：Engineous Software Inc.製）を用い、非線形性の強い問題を扱うことになるため、解空間を大域的に探索でき、局所最適解（Local Optimum）に陥る危険が少なく、大域最適値（Global Optimum）を見つけやすいとされるSA（焼きなまし法）を用いた。以下に、解析の全般の流れを、図3のフロー図に沿って説明する。

【0021】

（1）解析用モデルの作成

まず、ステップ2において、射出成形過程における樹脂の流れを解析するための解析用モデルを作成する。この実施の形態では、以下の長尺平板モデルを用いた。

寸法：幅1600mm、長さ300mm、厚さ3mm

要素数：2862、節点数：1558、サイド3点ゲート

ランナー径：6mmφ（ホットランナー）、ゲート：4mmφ×7.5mmL（バルブゲート）

【0022】

（2）成形条件の設定

ステップ3において、射出成形を行なうための条件設定を行なう。まず、材料として選択した樹脂の物性値等のデータを入力する必要がある。ここでは、樹脂として、表1に示すように、ポリプロピレン系樹脂である三井住友ポリプロNP156（商品名、三井住友ポリオレフィン株式会社製、以下同様）、三井住友ポリプロAH561、三井住友ポリプロAZ564を用いている。表において、MFRはメルトフロ

ーレート（単位：g/10分）であり、JIS-K7210に規定されているように、温度230℃、荷重2.16kgで測定される樹脂流動性を表す指標である。三井住友ポリプロAH561は低流動性樹脂として例示している。入力すべき物性値としては、例えば、熱伝導率、比熱、流動停止温度、粘度等がある。

【表 1】

材料	フィラー	流動性
NP156 (MFR=3)	短繊維 GFPP、 GF30wt%	低流動性
AZ564 (MFR=30)	—	高流動性
AH561 (MFR=3)	—	低流動性

他の成形条件として、樹脂温度／ホットランナー温度／金型温度を、それぞれ200～240℃／200～240℃／50℃に設定し、射出速度は等速設定とし、射出時間が約6～8秒となるように設定した。

【0 0 2 3】

(3) 計算機支援による最適化工程

ステップ4から後の工程は、計算機支援による最適化工程である。すなわち、ステップ4において、設計変数と呼ばれる求めるべきパラメータ（ここではバルブゲートの開閉のタイミング）の初期値を設定し、ステップ5において、樹脂の流入プロセスを計算し、ステップ6においてその結果ファイルを出力する。そして、ステップ7において、その結果ファイルに基づき、評価関数としての型締力を算出し、ステップ8において、その算出値が最適解に収束しているかを評価する。そして、収束していない場合には、ステップ9において、最適化手法のアルゴリズムに基づいて設計変数を修正し、ステップ5からステップ9までの工程を繰り返す。ステップ8において評価関数が最適解に収束していると判断された時には、最適化工程を終了する。

【0 0 2 4】

最適化手法のアルゴリズムとしては、この実施の形態では、焼きなまし法を採

用している。金属の焼きなましにおいては、ゆっくり冷やすことで、高い状態にあった各分子エネルギーが一様に低い状態に落ち着く。焼きなまし法はこれをモデルとしており、最適解の探索を急速に進めるのでは無く、部分的には解の改悪を許すことで解の多様性を生み出し、大域探索を可能とする手法である。最適解への収束は、所定の回数の計算を行った後に判断するようにしている。

【0025】

(4) 開閉タイミングの設定における制約条件付与

この実施の形態ではバルブゲートは3つ有り、開閉タイミングはこれら全てを独立に操作することを前提としてもよい。しかしながら、これらのバルブゲートは実作業上の制約から完全に独立に操作できない場合があり、そのような不要解を予め排除するように、最適化作業をより絞った条件下で行なう方が効率的である。そこで、以下のような制約条件を設けた。

【0026】

まず、この実施の形態では、各バルブゲートの開度自体を連続的にあるいは段階的に調整することはせず、実用性を考慮して開と閉の2位置のみを採るものとした。ここで、各バルブゲートが射出成形工程で採りうる動作パターンを考える。ホットランナー中では樹脂は固化しないから、各バルブゲートは射出成形の開始後でも閉状態で待機することができ、その後任意の時間に開動作を行なうことができる。また、一度開となって樹脂が通過したバルブゲートを閉とすることもできる。しかし、一度開としてから閉としたバルブゲートを開とすると、閉とする時間にもよるが、バルブゲートから先では樹脂の固化が進んでいる可能性があり、外観悪化等の成形不良が懸念される。従って、開→閉→開の操作パターンは採用しないこととした。従って、1つのバルブゲートの操作パターンとして考えられるのは、①常開、②常閉、③閉→開、④開→閉、⑤閉→開→閉の5パターンである。これを第1の制約条件とした。

【0027】

また、実成形上、全ゲートが同時に閉となると、ランナーやバルブゲートに異常な圧力が作用すると考えられるし、解析上もソフトウェア上の問題によりエラーが発生しやすい。その対策として、この実施の形態では、成形中、最低一つの

ゲートが開となっていることを第2の条件とした。

【0028】

第1と第2の条件を組み合わせた結果として、バルブゲートの動作に関して以下の制約条件が導かれる。すなわち、3つのうち、2つのバルブゲートは第1の条件の5つのパターン内において任意に操作できるが、双方が閉となるタイミングにおいては3番目のバルブゲートは開でなければならない。ここで、任意に動作できるバルブゲートを任意制御ゲート、他のゲートの動作から拘束を受けるゲートを調整用ゲートと呼ぶ。1つのバルブゲートを調整用ゲートに選択して、その条件下で設計変数を変化させれば、理論上、全ての設計変数が網羅されるが、調整用ゲートの選択を変更した方が良い場合もある。

【0029】

(5) 開閉タイミングの設定におけるケース分け

例えば、バルブゲートA, B, Cの中で、バルブゲートA, Bを任意制御ゲートとし、バルブゲートCを調整用ゲートとして選択した場合の各バルブゲートのタイミングを変数として設定する場合の工程を具体的に説明すると、以下のようになる。

- 1) 任意制御ゲートA, Bについての開閉タイミングを第1の条件下において任意に設定する。
- 2) 設定されたゲートA, Bの開閉タイミングについて、射出開始から射出終了までの開時間帯を重ね合わせ、双方のゲートとも閉となるタイミングの有無を判定する。
- 3) ゲートA, Bが同時に閉となるタイミングがなければ調整用ゲートCの開閉タイミングは制約条件無しに任意に設定することができる(図4のケース1参照)。
- 4) ゲートA, B同時閉が存在すれば、その時間帯についてゲートCを開とする。開時間帯が複数できる場合には、第1の条件に従うように(開→閉→開のパターンは採らない)、開時間帯には含まれた閉時間帯を開時間帯に変更して連続させる。この場合、ゲートCの開閉タイミングは、上記の開放時間を前後に延長する方向で変動させるという設定のみが可能である(図5のケース2参照)。図6は、ケース2の極端な場合であり、成形の初期と終期にゲートA, B同時閉が存在する

ので、ゲートCが常時開となっている。

【0030】

結論として、調整用ゲートとしてCを選択した場合、ゲートA、Bについての開閉タイミングは第1の条件下において任意に設定できるが、ゲートCは、ケース1の場合のように自由設定できるか、又はケース2の場合のように所定範囲を開放とするように拘束される。この実施の形態では、ステップ4又はステップ9において、ゲート制御用プログラムがこのようなケース分けを判断した後、最適化支援ソフトがそれぞれの制約条件の範囲でバルブゲートの開閉タイミングを設計変数として設定し、最適化を行なう。1つのゲートを調整用ゲートCとした場合に判定できなかった場合でも、別のゲートを調整用ゲートに選択して同様の工程を行なうことで解析精度が向上する場合も有る。なお、調整用ゲートの選択は、等価なものに関しては重複して行なう必要が無い。例えば、図2に示すバルブゲートG1とバルブゲートG3が対称の位置にあって射出成形条件上差異が無い場合には、一方のみを調整用ゲートとして選択すればよい。この実施の形態では、バルブゲートが3つの場合を例示したが、これが4つ以上の場合でも、同様である。

【0031】

(6) 設計変数としての開閉タイミングの設定

上記のようなケース分けを前提として、設計変数としての開閉タイミングを設定する方法をさらに具体的に説明する。ここでは、設計変数を以下のように設定しており、これを参照して説明する。

ゲートA～ゲートCの開放タイミング (秒) . . . tal、tbl、tcl

ゲートA～ゲートCの開放継続時間 (秒) . . . dta、dtb、dte

ゲートCの開タイミング変動係数 . . . α

ゲートCの閉タイミング変動係数 . . . β

なお、tal、tbl、tclは射出開始時を0としている。

【0032】

まず、調整用ゲートCを選択した後、ゲート制御用プログラムを用い、独立変数として任意制御ゲートA、Bに関する開閉タイミングtal、tbl、dta、dtbを設定

し、上述したケース分けを行なう。ケース1の場合は、ゲートCの開閉タイミングも独立に設定するから、結局 t_{a1} 、 t_{b1} 、 t_{c1} 、及び d_{ta} 、 d_{tb} 、 d_{tc} の全てを独立変数として使用する。ケース2の場合は、図7に示すように、 t_{a1} 、 t_{b1} 、 d_{ta} 、 d_{tb} から、ゲートCの開閉タイミング限界値 t_o 、 t_c (エラー回避のための必要最低限の値) を算出する。そして、この開の範囲を前後に延ばす場合を考慮すると、ゲートCの開閉タイミングを t_{co} 、 t_{cc} とした場合、

$$t_{co} = t_o \times \alpha$$

$$t_{cc} = t_c + (t_e - t_c) \times \beta$$

として設定される。ここで、 t_e は射出完了の時間である。 α 、 β は、 $0 \leq \alpha \leq 1$ 、 $0 \leq \beta \leq 1$ を満たす任意の値で、これらを変化させることによりゲートCの開閉タイミングを任意に変動させることができる。

【0033】

(7) 評価関数

評価関数として、最大型締力を算出した。型締力は、解析ソフトによってキャビティ内の樹脂圧を算出し、これに投影面積を掛けることによって求められる。

【0034】

(8) 実施例1

図1に示すような製品を射出成形する際の開閉タイミングを、表1のNP156という材料を用いて成形する場合を、上述した解析モデルと手法を用いて最適化した計算例を説明する。調整用ゲートとしては、図2のバルブゲートG3を選択した場合について実施した。成形条件として、樹脂温度/ホットランナー温度/金型温度をそれぞれ230℃/230℃/50℃に、射出時間が約8秒となるように設定し、設計変数についてステップ4で設定した初期条件、及びステップ9で用いた制約条件は、以下の通りである。

①制約条件

$$0 \leq t_{a1} \leq 8, \quad 0 \leq t_{b1} \leq 8, \quad 0 \leq t_{c1} \leq 8, \quad 0 \leq d_{ta} \leq 8, \quad 0 \leq d_{tb} \leq 8, \quad 0 \leq d_{tc} \leq 8$$

$$0 \leq \alpha \leq 1, \quad 0 \leq \beta \leq 1$$

計算では射出時間は約8秒弱(条件により変動)で完了するので、 $t_{a1} \sim t_{c1}$ 、 $d_{ta} \sim d_{tc}$ の上限を8(秒)とした。

②初期条件

$tal=tbl=tcl=0$ 、 $dta=8$ 、 $dtb=dtc=0$ 、 $\alpha=\beta=0.5$

【0035】

その結果を、表2にまとめて示す。

【表2】

条件	(射出開始後) ゲート開放タイミング*1 [s]			タイミン グ調整ゲ ート*2	射出 時間 [s]	型締力 [ton]
	ゲート 1	ゲート 2	ゲート 3			
①	○	×	×	—	7.8	2540
②	×	○	×	—	7.5	1310
③	○	×	○	—	7.8	1010
④	○	○	○	—	7.5	1140
⑤	5.6~end	2.4~4.5	0~6.2	ゲート 3	7.9	190

*1 ○: 常開、 ×: 常閉

*2 同時刻に全ゲートが閉となるのを回避するための調整用ゲート

【0036】

(9) 検討結果

表1において、①~④は、成形途中でバルブゲートの開閉を行わない従来の方法によるもの、⑤は、端部側のゲートを調整用ゲートとして選択したものである。この表に示すように、ゲート開放と閉操作を組合せることにより、大幅な型締力の低減が可能となり、ゲート操作を行わない場合に1000トン強の型締力が必要であったところが、200トン弱まで低減できるとの結果を得た。

【0037】

(10) 実施例2

図1に示すような製品を射出成形する際の開閉タイミングを、表1のAH561という低流動性樹脂(MFR=3)を材料として用いて成形する場合を、上述した解析モデルと手法を用いて最適化した計算例を説明する。成形条件として、樹脂温度

／ホットランナー温度／金型温度をそれぞれ220℃／220℃／50℃に、射出時間が約6秒になるように設定した。設計変数については、ステップ4で設定した初期条件はdta=6とした以外は実施例1と同じであり、ステップ9で用いた制約条件は、tal～tcl、dta～dtcの上限を6(秒)とした以外は同じである。なお、比較例として、AH561について、220℃／220℃／50℃と240℃／240℃／50℃の温度条件下で、ゲート開閉制御をしない場合（常開）について計算をした。また、表1のAZ564（高流動性樹脂、MFR=30）について200℃／200℃／50℃と220℃／220℃／50℃の温度条件下で、ゲート開閉制御をしない場合（常開）について計算をした。

【0038】

その結果を、表3にまとめて示す。

【表 3】

材料	ゲート開閉制御無し (全ゲート常時開) の場合の 型締力(ton)			ゲート開閉制御*1			ゲート開閉 制御時の 型締力(ton)
	200℃	220℃	240℃	G1	G2	G3	
AZ564 (MFR=30)	1010	840		○	○	○	
AH561 (MFR=3)		1630	1470	○	○	○	
				3.4~end	0.8~2.7	0~4.9	320

*1 ○: 常開

【0039】

表3では、高流動性樹脂であるAZ564と低流動性樹脂であるAH561について、ゲート操作を行わない従来の方法での解析結果を比較例として示した。これによれば、従来の方法では、高流動性樹脂の場合は、温度220℃とすれば1000トン以下の型締力で成形可能であるが、低流動性樹脂については、温度を240℃としても型締力1000トン以下では成形できない。しかしながら、最適化されたバルブ

ゲート操作を行なうことにより、220℃において低流動性樹脂についても型締力500トン以下で成形ができる。従って、低流動性樹脂AH561を高流動性樹脂の成形用装置と同じ装置を用いて低コストで成形することができる。また、高流動性樹脂に替えて低流動性樹脂を採用することにより、条件によっては製品の薄肉化ができる場合もある。

【0040】

【発明の効果】

以上説明したように、この発明によれば、樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせを用いて求めることにより、人手による試行錯誤を繰り返すことなく、迅速に正確なパラメータを算出することができる。従って、任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、最大型締力を低く抑えることにより、装置の小型化、製造コストの減少を図ることができるような射出成形品の製造パラメータの決定方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の一実施の形態を説明するための成形用キャビティとゲートの位置を示す図である。

【図2】 この発明の一実施の形態を説明するための成形用キャビティと樹脂流路を示す図である。

【図3】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施の形態を説明するフロー図である。

【図4】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの一例を示す図である。

【図5】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの他の一例を示す図である。

【図6】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施の形態におけるゲート操作のパターンの他の一例を示す図である。

【図7】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施例にお

けるゲート操作のパターンを示す図である。

【図 8】 この発明の射出成形品の製造パラメータの決定方法の一実施例におけるゲート操作のパターンを示す図である。

【符号の説明】

CV キャビティ

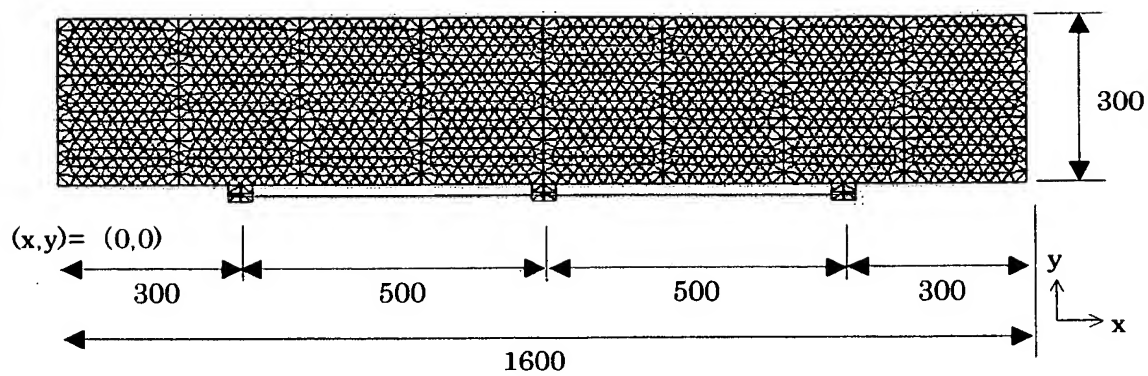
G1, G2, G3 ゲート

R ランナー

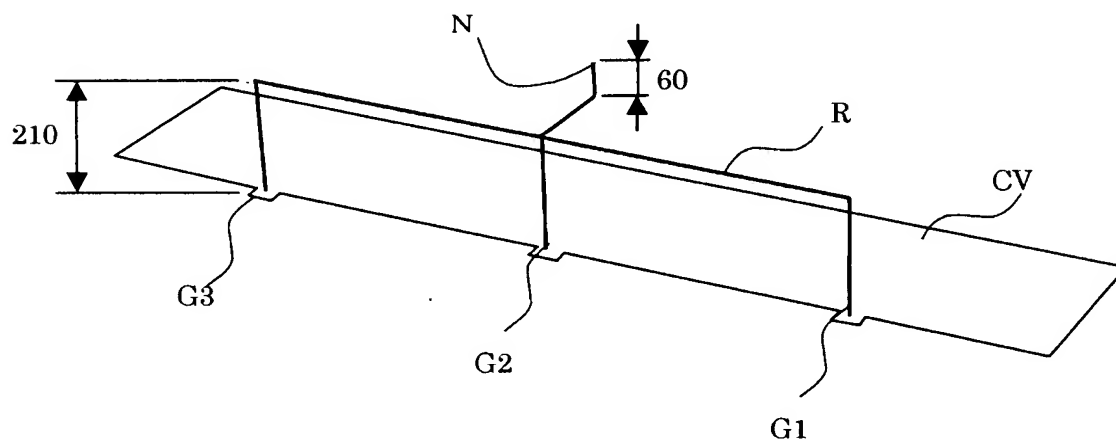
N ノズル

【書類名】 図面

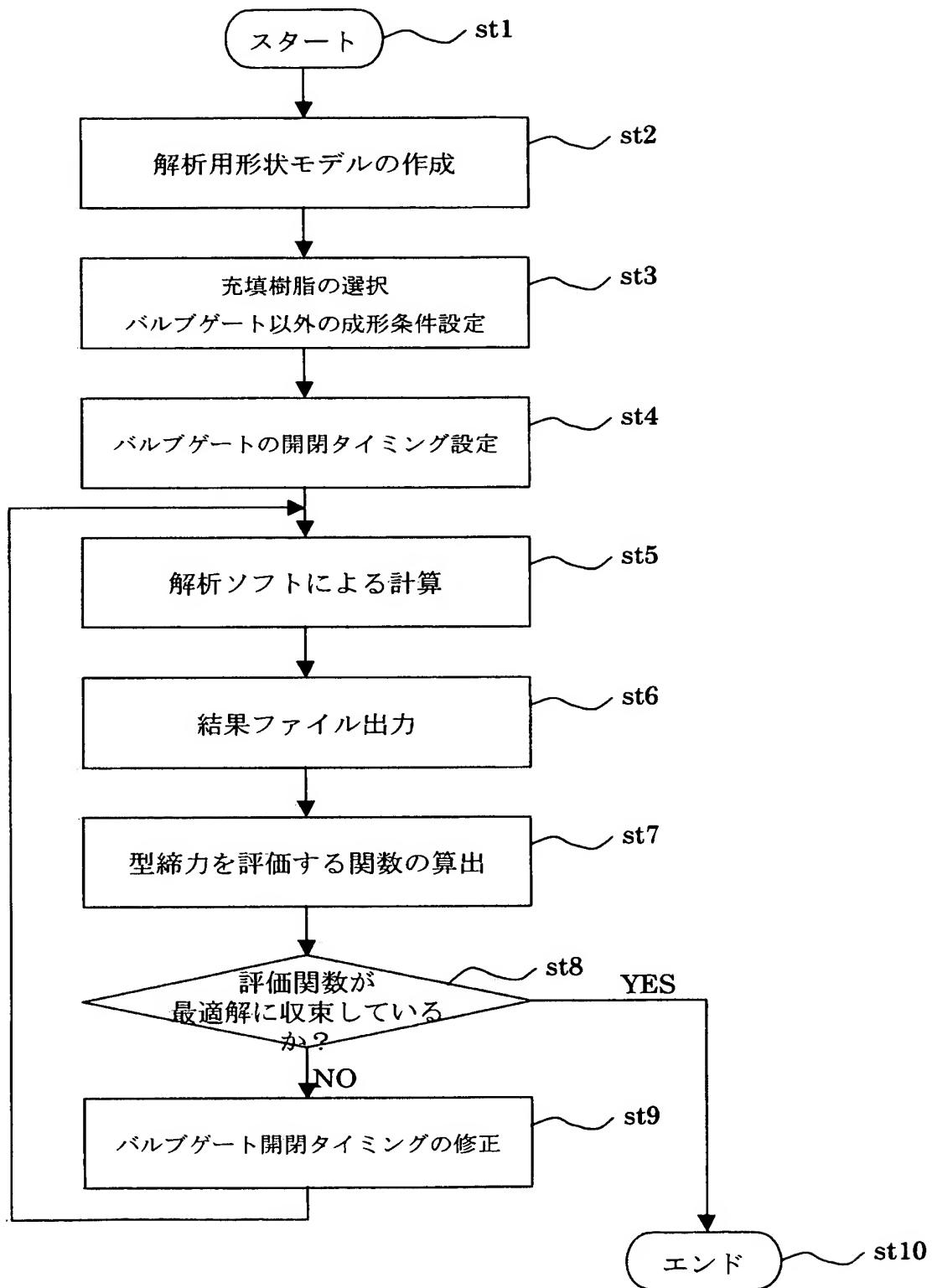
【図 1】



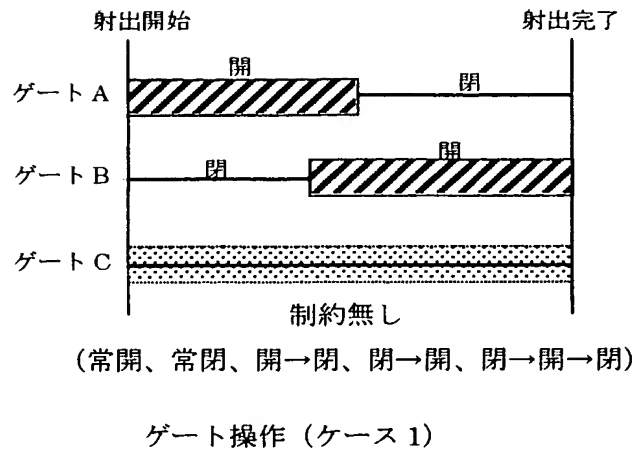
【図 2】



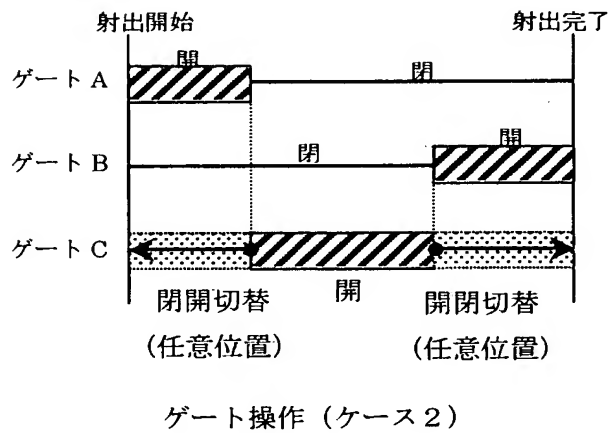
【図 3】



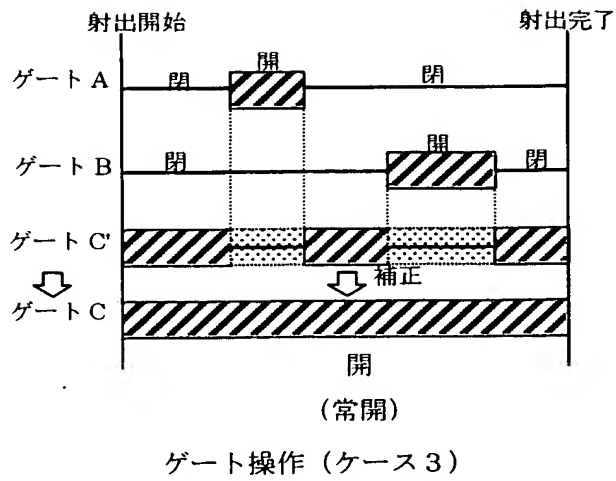
【図 4】



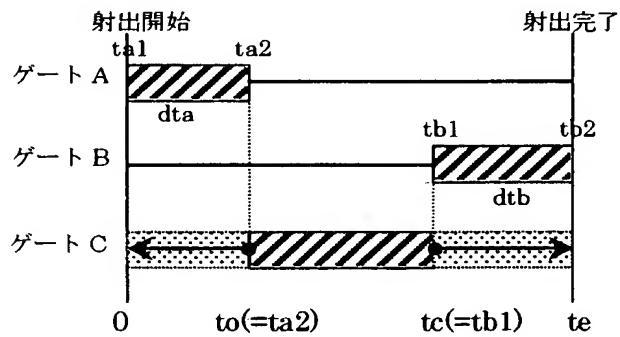
【図 5】



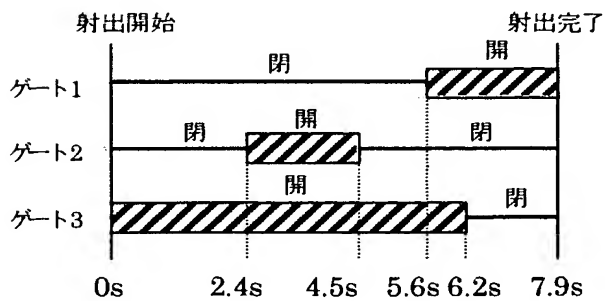
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 任意の形状の樹脂製品を射出成形する場合でも、最大型締力を低く抑えることにより、装置の小型化、製造コストの減少を図ることができるような射出成形品の製造パラメータの決定方法を提供する。

【解決手段】 キャビティへの複数の樹脂流入路を有する金型を用いて射出成形を行なう場合に、射出成形工程中に生じる最大型締力を制御するために前記樹脂流入路からキャビティへの樹脂材料の流入量を時系列的に設定する製造パラメータを、射出成形過程を計算する数値解析手法と計算機支援による最適化手法の組み合わせにより事前に求める。

【選択図】 図 3

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 4
受付番号	5 0 3 0 0 5 2 9 2 1 5
書類名	特許願
担当官	第六担当上席 0 0 9 5
作成日	平成 1 5 年 4 月 1 日

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】	平成15年 3月31日
-------	-------------

次頁無

特願 2 0 0 3 - 0 9 4 4 5 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 2 0 9 3]

1. 変更年月日	1 9 9 0 年 8 月 2 8 日
[変更理由]	新規登録
住 所	大阪府大阪市中心区北浜 4 丁目 5 番 3 3 号
氏 名	住友化学工業株式会社